



17
J
23

Onderzoek minimale temperatuurgrenzen bij komkommer

Temperatuurproef 2000-2001

Jan Janse



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector Glastuinbouw
november 2001

GT 11011

2245000

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor intern gebruik binnen PPO dan wel met toestemming door derden. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Financiers - Productschap Tuinbouw
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Glastuinbouw

Adres : Bornsesteeg 47, Wageningen
: Postbus 167, 6700 AD Wageningen
Tel. : 0317 - 47 83 00
Fax : 0317 - 47 83 01
E-mail : info@ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methoden	9
2.1 ECP-model.....	9
2.2 Temperatuuronderzoek kassen.....	9
2.3 Overige teeltgegevens	10
3 Resultaten	11
3.1 ECP-model.....	11
3.2 Gerealiseerd klimaat.....	12
3.3 Plantwaarnemingen	13
3.3.1 Plantlengte	13
3.3.2 Bladontwikkeling	14
3.3.3 Bloeitijdstip.....	14
3.3.4 Gewasstand.....	15
3.4 Productie en kwaliteit.....	15
3.4.1 Temperatuur en planting.....	15
3.4.2 Rassen en plantdatum	17
3.5 Uitwendige kwaliteit	18
3.6 Schatting financiële gevolgen	18
4 Discussie	21
5 Conclusies	23
Literatuur	25

Samenvatting

De energiemarkt wordt geliberaliseerd en er wordt een nieuwe gaswet worden ingevoerd. Om de kosten te drukken is het dan zeer belangrijk om de contractcapaciteit te verkleinen. Maar onder extreme winterse omstandigheden is er dan kans op een te lage kasttemperatuur. Door het PPO in Naaldwijk is een model-berekening gemaakt en is een kasproef met tijdelijk lage temperaturen uitgevoerd.

Met het ECP-model is berekend hoe ver de kasttemperatuur onder extreme buitenomstandigheden zou dalen bij verschillende contractcapaciteiten. Gerekend is met de koudste periode in de afgelopen 10 jaar, namelijk van 1 januari tot en met 5 januari 1997. De buitentemperatuur was toen in Naaldwijk gemiddeld $-6,7^{\circ}\text{C}$ en een windsnelheid van $4,4\text{ m/s}$. Zonder scherm en bij een contractcapaciteit van $100\text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$ blijkt de berekende gemiddelde kasttemperatuur over de betreffende periode $13,6^{\circ}\text{C}$ te bedragen. Met een 's nachts gesloten LS-10 scherm is dit $17,9^{\circ}\text{C}$.

Daarnaast is in een stookteelt in drie kassen een onderzoek uitgevoerd, waarbij de etmaaltemperatuur gedurende drie dagen 12°C of 6 dagen 16°C was. De totale temperatuurafwijking bedroeg 24 graaddagen. Direct daarna is enige tijd 2°C hoger dan de standaardtemperatuur van 20°C gestookt, totdat de lage temperaturen volledig waren gecompenseerd. Naast drie rassen, waren er ook twee plantdata van half december en half januari. De temperatuurbehandeling startte op 19 januari 2001.

Na de compensatieperiode was er geen verschil meer in plantlengte of aantal bladeren. Wel ontstond er bij de behandeling met drie dagen 12°C na ruim een maand enige geelverkleuring rondom de bladnerven en bleef het gewas meer open. De lage temperaturen hebben geen negatief effect gehad op de kwaliteit. Tot in de tweede helft van maart waren er bij beide plantdata geen verschillen in productie. Dit gold ook voor de vroege planting aan het einde van de proef. Alleen bij de januariplanting was de productie aan het einde van de proef half mei wat lager bij de lage temperatuurbehandelingen, maar waarschijnlijk is dit veroorzaakt door andere factoren. Vervolgonderzoek zal moeten uitwijzen hoe groot de productiederving werkelijk uitvalt.

1 Inleiding

De energiemarkt wordt geliberaliseerd. Hierdoor gaan de tarieven en tariefstructuren van het aardgas veranderen. Met de komst van de nieuwe gaswet zal het voor telers belangrijk zijn om een zo laag mogelijke contractcapaciteit te verkrijgen. Omdat hieraan een lagere gasprijs is gekoppeld, kunnen veel kosten worden bespaard.

Het gevaar is echter dat onder extreme winterse omstandigheden, namelijk bij lage buitentemperaturen en veel wind, erg lage kastemperaturen kunnen ontstaan. Door temperatuurintegratie toe te passen kan weliswaar een tijdelijk lage temperatuur worden gecompenseerd door een bepaalde periode een hogere temperatuur toe te passen, maar ondergrenzen waarbij onherstelbare schade aan gewas of product optreedt zijn nog onvoldoende bekend. In het kader van het project is een literatuurstudie verricht naar hetgeen al bekend is uit voorgaand onderzoek in binnen en buitenland met lage temperaturen (Janse, 2001).

Daarnaast zijn er modelberekeningen verricht waarin de kastemperatuur is berekend bij verschillende contractcapaciteiten onder extreme buitenomstandigheden. Tevens is een vooronderzoek uitgevoerd met tijdelijk lage kastemperaturen.

In dit rapport worden de resultaten beschreven van de modelberekening en het vooronderzoek in kassen met tijdelijk lage temperaturen.

Het doel van het vooronderzoek was om na te gaan of komkommers schade ondervinden door tijdelijk lage temperaturen te handhaven en daarna zo snel mogelijk te compenseren door hogere temperaturen aan te houden.

2 Materiaal en methoden

2.1 ECP-model

Met behulp van het ECP-model (Rijsdijk en Houter, 1993) is berekend wat de gerealiseerde kasttemperatuur zou zijn bij een contactcapaciteit van respectievelijk 100, 75 en 50 m³/ha/uur gedurende de periode van 1 januari tot en met 5 januari 1997. Dit was de koudste periode van de laatste 10 jaar zoals geregistreerd door de weertoren van het toenmalige PBG in Naaldwijk. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de situatie zonder scherm of met een LS-10 energiescherm, waarbij het scherm alleen 's nachts werd gesloten.

2.2 Temperatuuronderzoek kassen

Voor het onderzoek waren 3 kassen beschikbaar. Mede op basis van de berekeningen met behulp van het ECP-model is gekozen voor 3 temperatuurbehandelingen, waarbij de afwijking in graaddagen ten opzichte van de standaard temperatuurbehandeling gelijk is gehouden. Daarbij is geprobeerd om minimum grenzen op te zoeken. De behandelingen waren:

- Drie dagen 12°C met daarna een compensatie van 24 graaddagen door gedurende 12 dagen een 2°C hogere temperatuur aan te houden dan de standaard.
- Zes dagen 16°C met daarna een compensatie van 24 graaddagen door gedurende 12 dagen een 2°C hogere temperatuur aan te houden dan de standaard.
- Standaardtemperatuur (etmaaltemperatuur 20°C).

De lage temperaturen zijn ingesteld vanaf 19 januari 2001. Het liep toen tegen het einde van een koudere periode. Er is gestreefd naar een bepaalde etmaaltemperatuur; hoe dit gerealiseerd werd was van minder belang. Er is wel enig verschil tussen de dag- en nachttemperatuur aangehouden. In tabel 1 zijn de ingestelde temperaturen tijdens de periode met lage temperaturen en compensatieperiode weergegeven.

Tabel 1 : ingestelde stooktemperatuur in °C tijdens periode met lage temperatuur en tijdens compensatieperiode

Behandeling	Lage temperatuur		Compensatieperiode	
	Dag	Nacht	Dag	Nacht
'12°C'	12,5	11,0	23,0	21,5
'16°C'	16,5	15,0	23,0	21,5
'20°C'	21,0	19,5	21,0	19,5

Er was dus steeds 1,5°C verschil tussen de dag- en nachttemperatuur. Door flink te luchten werd op 19 januari getracht om de lage temperaturen zo snel mogelijk te realiseren. Bij de temperatuurbehandelingen werd de luchtingstemperatuur 0,5°C boven de stooktemperatuur ingesteld. De dag volgend op de lage temperatuurbehandeling is als overgang naar de compensatieperiode een temperatuur van ongeveer 20°C aangehouden.

Er is geen minimumbuis aangehouden in verband met de kans op het niet realiseren van de streefwaarde. Om een wat hogere buistemperatuur te realiseren in verband met de kans op wegzakken van de mattemperatuur bij de lage temperatuurbehandelingen, werd afhankelijk van de buitentemperatuur en windsnelheid een minimumraamstand ingezet. Bij vorst werd er echter niet gelucht.

In de eerste periode is gebruik gemaakt van een vast energiescherm van AC-folie. Om de lage temperaturen goed te kunnen realiseren is het plastic in de afdelingen met lage temperatuur op 20 januari verwijderd. Bij de standaardbehandeling is dit gebeurd op 22 januari.

Naast de temperatuurbehandelingen waren er twee behandelingen met verschillende ontwikkelingsstadia en 3 rassen. De gevoeligheid voor lage temperatuur zou namelijk af kunnen hangen van het ontwikkelingsstadium van de plant en het ras.

De ontwikkelingsstadia werden gerealiseerd door 2 plantdata aan te houden, namelijk:

- 20 december 2000 (zaaidatum 22 november 2000)
- 15 januari 2001 (zaaidatum 15 december 2001)

De 3 rassen waren:

- Sabrina (standaard)
- Ventura
- NUN17

Ventura is meegenomen omdat dit ras nog genetisch materiaal bezit van IVT-veredelingslijnen met een lage temperatuurtolerantie. NUN17 is speciaal veredeld voor zuidelijke landen en bezit ook een bepaalde mate van koudetolerantie.

De proef werd gecombineerd met een onderzoek naar het effect van de minimumbuis op de verdamping. Hierbij werd een rij van 14 planten continu gewogen. Over dit onderzoek wordt elders verslag gedaan.

Waarnemingen en registratie:

Aantal bladeren	: bij januariplanting op 19 januari (start behandeling), 22, 25 en 31 januari en 5 februari (ongeveer einde compensatieperiode) bij bladlengte groter dan 4 cm
Lengtegroei	: bij januariplanting op 19 januari (start behandeling), 22, 25 en 31 januari en 5 februari (ongeveer einde compensatieperiode)
Gewasstand	: globale beoordeling op 22 januari
Bloei	: bloeidatum vruchtbeginsel in 7 ^e , 8 ^e en 9 ^e oksel van januariplanting
Productie	: per oogstdatum (drie maal per week) aantal, gewicht klasse I en II, aantal klasse II en gewicht stek
Kwaliteit	: vruchtbeoordeling op een oogstdatum in week 8, 9 en 10
Klimaat	: registratie per uur

2.3 Overige teeltgegevens

Kasruimte	: PPO-kas 105 afdelingen 4, 6 en 8
Oppervlakte per kas	: 290 m ²
Plantafstand	: 76 cm bij 4 rijen per 3,20 kap (1,52 planten/m ²)
Aantal planten per veld	: 8 planten
Veldgrootte	: 5,26 m ²
Goottype	: omgekeerde goot, goothoogte tot onderkant mat circa 30 cm
Draadhoogte	: 2,20 m
Herhalingen	: - temperatuurproef in enkelvoud - plantdata in drievoud (twee plantdata per afdeling) - rassen per temperatuur en per plantdatum in tweevoud
Aantal stamvruchten	: respectievelijk december- en januariplanting 4 en 9/10 vruchten
Einde teelt	: 14 mei 2001
Oogstfrequentie	: drie maal per week
Groeibuis	: vòòr 18 januari laaghangend, daarna hoog (40 cm boven draad)

3 Resultaten

3.1 ECP-model

In de volgende tabel zijn de buitentemperaturen en windsnelheid weergegeven gemiddeld per dag, met daarachter de minimum- en maximumtemperatuur (uurgemiddelde) gedurende de extreem koude periode van 1 januari tot en met 5 januari 1997, zoals gemeten op het PBG te Naaldwijk.

Tabel 2. De gemiddelde buitentemperatuur, windsnelheid en de minimum- en maximumtemperatuur per uur in °C in Naaldwijk van 1 januari tot en met 5 januari 1997

Dag	Gemiddelde buitentemperatuur (°C)	Gemiddelde windsnelheid (m/s)	Minimumtemperatuur per uur (°C)	Maximumtemperatuur per uur (°C)
1 januari	-10,0	4,7	-11,3	-5,4
2 januari	-10,0	2,8	-13,1	-6,5
3 januari	- 7,4	4,9	-11,4	-5,0
4 januari	- 3,4	5,6	- 5,0	-2,5
5 januari	- 2,9	3,8	- 4,6	-1,5
Gemiddeld	- 6,7	4,4	- 9,1	-4,2

Uit bovenstaande tabel blijkt dat deze periode inderdaad koud was met lage temperaturen en vrij veel wind. Dit heeft consequenties voor het gasverbruik per uur.

In onderstaande tabel is de kastemperatuur weergegeven in een kas zonder scherm, zoals berekend met het ECP-model.

Tabel 3. Berekende kastemperatuur in °C per dag bij drie verschillende contractcapaciteiten in de periode 1 januari tot en met 5 januari 1997 in een kas **zonder scherm**. Tussen haakjes is respectievelijk de minimum- en maximumtemperatuur per uur voor de betreffende dag aangegeven.

Dag	100 m ³ /ha/uur		75 m ³ /ha/uur		50 m ³ /ha/uur	
1 januari	13,0	(10,4 – 17,1)	10,9	(8,3 – 14,8)	8,8	(4,4 – 12,5)
2 januari	14,0	(11,7 – 18,2)	10,7	(9,4 – 15,2)	8,4	(7,1 – 12,4)
3 januari	12,7	(10,6 – 16,1)	9,8	(7,8 – 13,1)	7,3	(5,5 – 10,5)
4 januari	13,3	(12,5 – 14,5)	10,4	(9,5 – 11,6)	7,7	(6,8 – 8,9)
5 januari	14,9	(13,0 – 17,5)	11,7	(9,9 – 14,0)	8,8	(7,2 – 11,0)
Gemiddeld	13,6		10,7		8,2	

Het blijkt dat in de onderzochte koude periode dat de gemiddelde etmaaltemperatuur bij een contractcapaciteit van 100 m³/ha/uur in een kas zonder scherm weg kan zakken tot 12,7°C (3 januari). Op 1 januari zakt deze zelfs tijdelijk weg tot 10,4°C (uurgemiddelde). Bij 75 m³/ha/uur is dit nog 2 à 3°C lager en bij 50 m³/ha/uur circa 5°C lager.

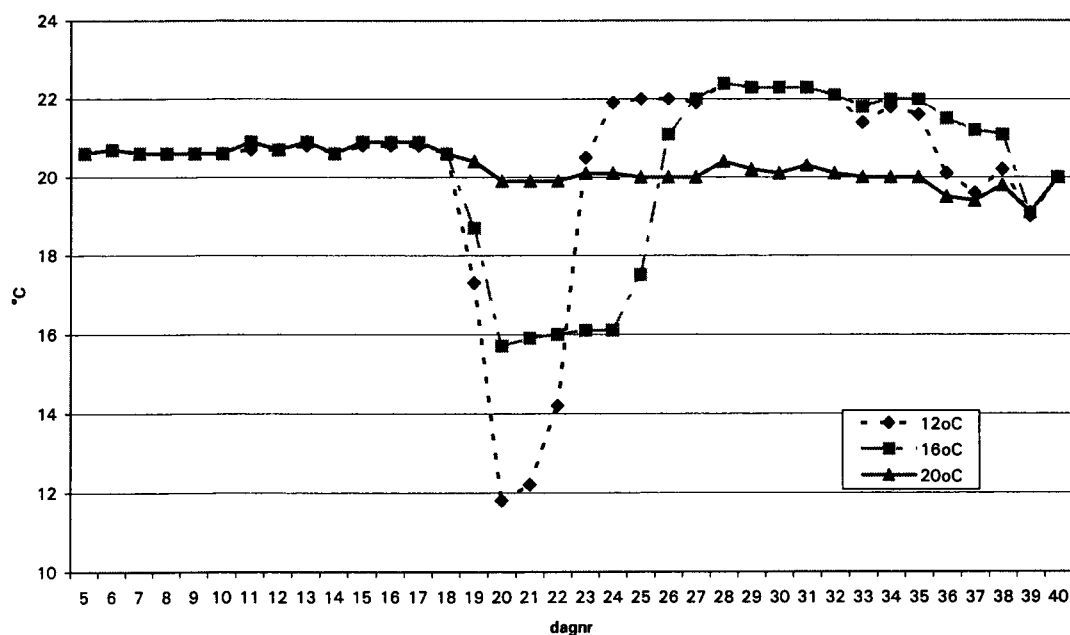
Tabel 4: Berekende kasttemperatuur in °C per dag bij drie verschillende contractcapaciteiten in de periode 1 januari tot en met 5 januari 1997 in een kas met een **LS-10 scherm**. Tussen haakjes is respectievelijk de minimum- en maximumtemperatuur per uur voor de betreffende dag aangegeven.

Dag	100 m ³ /ha/uur		75 m ³ /ha/uur		50 m ³ /ha/uur	
1 januari	17,0	(14,0 – 18,2)	14,1	(11,3 – 14,5)	11,6	(9,0 – 11,5)
2 januari	17,9	(15,5 – 19,6)	14,0	(11,7 – 16,2)	10,6	(8,6 – 13,3)
3 januari	17,5	(14,7 – 19,5)	13,3	(10,7 – 14,7)	9,7	(7,4 – 10,8)
4 januari	18,1	(15,4 – 20,1)	13,8	(11,7 – 15,1)	10,2	(8,6 – 11,1)
5 januari	19,1	(16,0 – 20,1)	14,9	(12,1 – 15,5)	11,1	(8,9 – 11,4)
Gemiddeld	17,9		14,0		10,6	

Volgens modelberekening zakt de gemiddelde etmaaltemperatuur in de onderzochte koude periode bij een contractcapaciteit van 100 m³/ha/uur in een kas met een LS-10 scherm weg tot bijna 18°C. De temperatuur zakt op 1 januari tijdelijk weg tot 14,0°C. Bij 75 m³/ha/uur is dit zo'n 4°C lager en bij 50 m³/ha/uur ruim 7°C lager.

3.2 Gerealiseerd klimaat

De gerealiseerde etmaaltemperatuur in de kasproef gedurende en rondom de periode waarin de klimaatsbehandeling werd gegeven, is in onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1: De gerealiseerde temperatuur in de drie afdelingen rondom de periode waarin de lage temperatuurbehandelingen zijn gegeven.

In de grafiek is te zien dat de nagestreefde etmaaltemperaturen van 12 en 16°C inderdaad zijn gerealiseerd in de dagen na inzet van de temperatuurbehandelingen. In de periode waarin de lage temperaturen werden gecompenseerd, dat is vanaf respectievelijk 23 en 27 januari, was de gerealiseerde etmaaltemperatuur ongeveer 2°C hoger dan de standaardtemperatuur. Vòòr 19 januari en na 7 februari, dat is vòòr de lage temperatuurbehandeling en na de compensatieperiode, is de gemiddelde etmaaltemperatuur in de drie

afdelingen gelijk geweest. De gemiddelde etmaaltemperatuur vanaf week 3 tot en met week 6 kwam in alle drie de afdelingen uit op 20,1°C. De gemiddelde etmaaltemperatuur over de gehele proefperiode (20 december tot 14 mei 2001) was in alle afdelingen 20,4°C.

In de volgende tabel is de gemiddelde kas-, mat- en buistemperatuur in de proefperiode weergegeven.

Tabel 5: Gemiddelde etmaal-, mat- en buistemperatuur (°C) bij de drie temperatuurbehandelingen tijdens de dagen volgend op de inzetdatum van de lage temperatuurbehandelingen

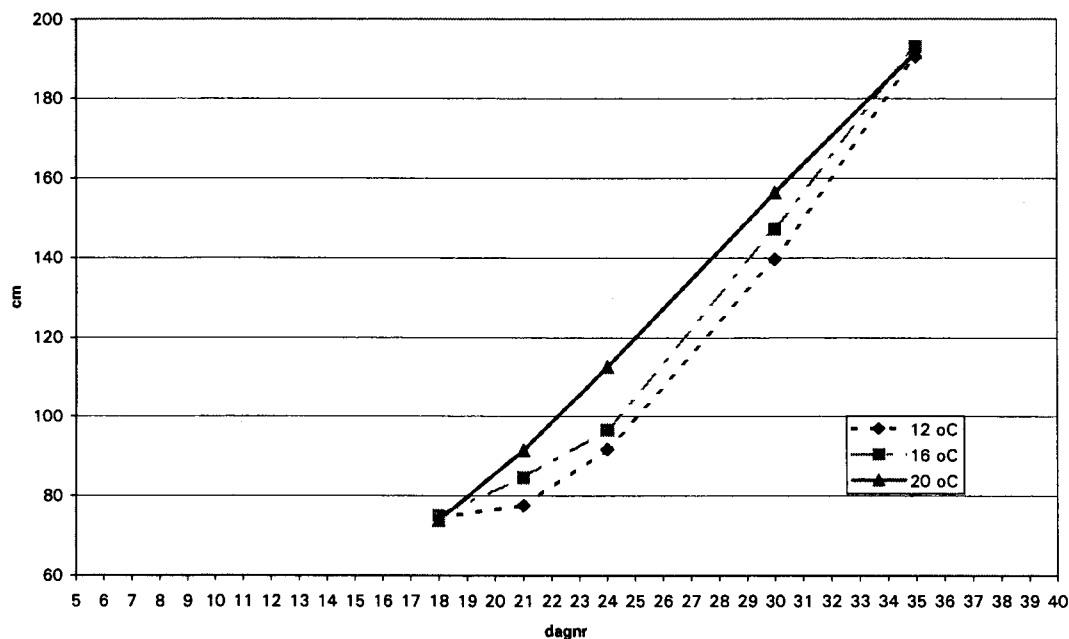
Behandeling	Periode	Kastemperatuur (°C)	Mattemperatuur (°C)	Buistemperatuur (°C)
'12°C'	20 tot en met 21 januari	12,0	12,3	31
'16°C'	20 tot en met 24 januari	16,0	16,4	42
'20°C'	20 tot en met 24 januari	20,0	19,6	56

- De nagestreefde kasttemperatuur is goed gerealiseerd.
- In de afdelingen met de lage temperatuurbehandelingen kwam de mattemperatuur 0,3 à 0,4°C hoger uit dan de kasttemperatuur. Bij de 20°C -afdeling was dit 0,4°C lager.
- Ondanks de minimumlucht in de koude afdelingen was de buistemperatuur duidelijk lager dan bij de standaard.

3.3 Plantwaarnemingen

3.3.1 Plantlengte

In de volgende figuur is de plantlengte in cm weergegeven bij de drie temperatuurbehandelingen gemiddeld over 3 rassen.

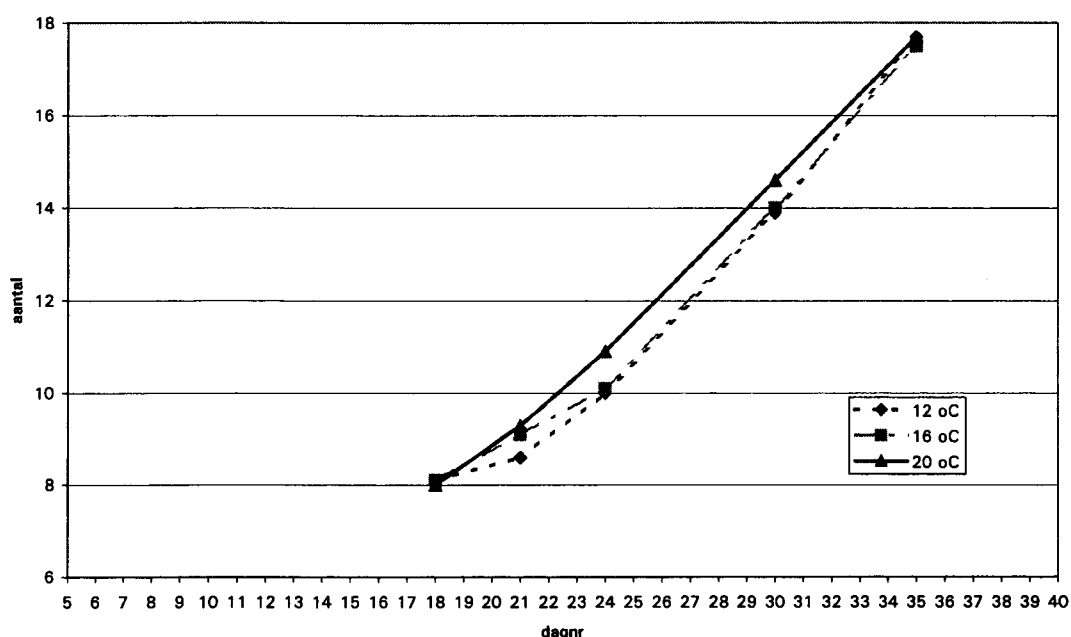


Figuur 2.: Het verloop van de plantlengte in de drie afdelingen met verschillende temperaturen bij de januariplanting

- Bij een etmaaltemperatuur van 12°C groeit de plant nog nauwelijks. Bij 16°C neemt de lengtegroei duidelijk af ten opzichte van de standaardtemperatuur.
- Na de temperatuurverhoging gaan de planten sneller groeien dan bij de standaardtemperatuur.
- Aan het einde van de compensatieperiode is er geen verschil meer in plantlengte tussen de drie temperatuurbehandelingen.

3.3.2 Bladontwikkeling

In de volgende figuur is de plantlengte bij de drie temperatuurbehandelingen weergegeven gemiddeld over 3 rassen in de januariplanting.



Figuur 3: Het verloop van het aantal bladeren per plant in de drie afdelingen met verschillende temperaturen bij de januariplanting

- Bij een etmaaltemperatuur van 12°C komen er nauwelijks bladeren bij. Bij 16°C is er na de koudeperiode een duidelijk verschil met de standaardtemperatuur.
- Na de temperatuurverhoging gaat de bladontwikkeling sneller dan bij de standaardtemperatuur.
- Aan het einde van de compensatieperiode is er geen verschil meer in aantal bladeren tussen de drie temperatuurbehandelingen.

3.3.3 Bloeitijdstip

In tabel 6 is de bloeidatum weergegeven per oksel en per temperatuurbehandeling van de januariplanting.

Tabel 6: Dag van bloei na 31 januari 2001 per temperatuurbehandeling en oksel

Oksel	12°C	16°C	20°C
7	0,9	1,9	1,8
8	2,1	2,8	2,9
9	3,2	4,1	4,3
Gemiddeld	2,1	2,9	3,0

- Bij 12°C bloeien de vruchtbeginsels ongeveer 1 dag eerder dan bij de behandeling van 16 en 20°C
- In bloeitijdstop tussen de oksels zit ongeveer 1 dag verschil

3.3.4 Gewasstand

Drie dagen na inzet van de temperatuurbehandelingen bleek dat vooral bij de 12°C -behandeling het gewas een wat getrokken stand vertoonde. De bladeren waren wat naar beneden hangend en meer gekruld en gebobbeld. De nerven leken wat lichter van kleur dan bij de standaardtemperatuur. Bij 16°C waren deze verschijnselen minder goed te zien.

Na de temperatuurverhoging vertoonden de bladeren weer een vlakke stand, maar vooral bij 12°C bleven de bladeren van met name de decemberplanting kleiner, waardoor het gewas meer open oogde.

Ongeveer een maand na de temperatuurverlaging waren een aantal bladeren die al aanwezig waren tijdens de koudebehandeling, bij de 12°C -behandeling rondom de nerven wat geel verkleurd. Bij de decemberplanting was dit globaal bij het 7^e tot en met het 19^e blad zichtbaar, bij de januariplanting bij het 2^e tot en met het 7^e blad. Bij de januariplanting had op het moment van de lage temperatuurbehandeling het achtste blad een lengte van meer dan 4 cm (zie figuur De geelverkleuring trok niet door naar de rest van het blad. Bij de 16°C-behandeling was er geen geelverkleuring te zien.

Begin maart traden in de proef bij de decemberplanting de eerste verschijnselen van gekke wortels (crazy roots) op. Deze waren vooral te zien in de 12°C -afdeling en minder in de 16°C-afdeling, terwijl er in de afdeling met de standaardtemperatuur geen gekke wortels werden geconstateerd. In de tweede helft van maart begon de aantasting ook in de januari-planting. Op 7 mei bedroeg het percentage planten met gekke wortels bij respectievelijk de 12, 16 en 20°C-behandeling 32, 10 en 0%.

3.4 Productie en kwaliteit

3.4.1 Temperatuur en planting

In de volgende tabellen is de vroege en totaalproductie bij de drie temperatuurbehandelingen voor beide plantingen weergegeven.

Tabel 7: Vroege productie en kwaliteit per temperatuurbehandeling bij de twee plantingen tot en met 23 maart 2001

Behandeling	Aantal/m ²		Kg/m ²		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% Klasse II		Stek (kg/m ²)	
	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.
'12°C'	24,6	22,7	9,0	7,9	366	348	2,3	2,8	0,01	0,02
'16°C'	25,3	21,2	9,0	7,4	356	350	3,4	4,4	0,07	0,02
'20°C'	25,6	22,7	9,1	7,8	354	346	5,4	3,2	0,07	0
Gemiddeld	25,2	22,2	9,0	7,7	358	348	3,7	3,5	0,05	0,01

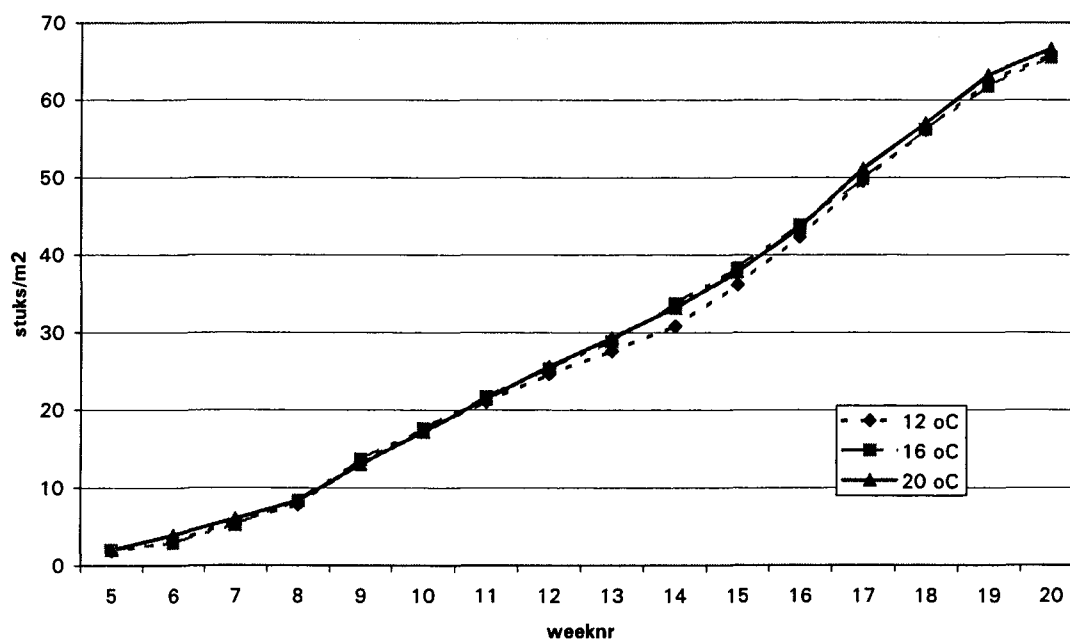
- Vroeg zijn er zowel bij de december- als januari-planting geen duidelijke verschillen in productie tussen de verschillende temperatuurbehandelingen.
- De kwaliteit is zeker niet minder in de afdelingen waar de temperatuur tijdelijk laag is geweest.
- De januari-planting ligt 3 stuks achter in productie op de december-planting.

Tabel 8: Eindproductie en kwaliteit per temperatuurbehandeling bij de twee plantingen tot en met 14 mei 2001

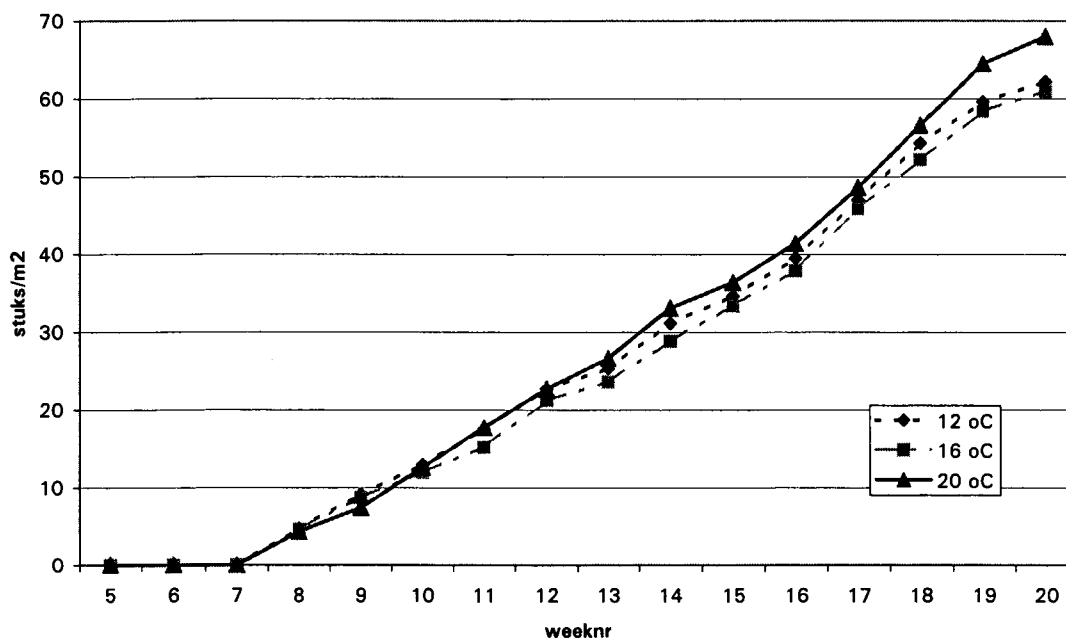
Behandeling	Aantal/m ²		Kg/m ²		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% Klasse II		Stek (kg/m ²)	
	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.
'12°C'	65,8	62,2	23,8	22,7	362	365	7,8	6,3	0,50	0,59
'16°C'	65,5	61,0	23,6	22,5	360	372	8,1	8,3	0,79	0,61
'20°C'	66,6	68,0	24,3	24,9	365	367	9,4	7,9	0,75	0,62
Gemiddeld	66,0	63,7	23,9	23,4	362	368	8,4	7,5	0,68	0,61

- Bij de decemberplanting zijn er geen verschillen in eindproductie tussen de behandelingen.
- Bij de januariplanting lijkt de standaardbehandeling de hoogste productie in stuks en kilo's te geven. Het verschil is 9 à 10%. Dit verschil ontstaat vooral aan het einde van de teelt (zie figuur 4).
- In kwaliteit zijn er geen grote verschillen. De 12°C-behandelingen lijkt eerder beter dan slechter dan de andere behandelingen.
- Het verschil tussen de december- en januariplanting bedraagt ruim 2 stuks of 0,5 kg/m².

In de volgende figuren wordt het verloop van de productie in stuks per m² van de december- en januariplanting weergegeven.



Figuur 3: De productie in stuks per m² per week van de decemberplanting bij de drie temperatuurbehandelingen



Figuur 4: De productie in stuks per m² per week van de januariplanting bij de drie temperatuurbehandelingen

3.4.2 Rassen en plantdatum

In de volgende tabellen is de vroege en totaalproductie voor de drie rassen per planting weergegeven.

Tabel 9: Vroege productie en kwaliteit per ras bij de twee plantingen tot en met 23 maart 2001

Behandeling	Aantal/m ²		Kg/m ²		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% Klasse II		Stek (kg/m ²)	
	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.
Sabrina	25,2	23,2	9,3	8,2	370	353	2,4	0,7	0,05	0
Ventura	24,2	21,3	8,5	7,7	352	362	2,6	1,2	0,01	0,01
NUN17	26,1	22,2	9,2	7,3	353	330	6,2	8,4	0,03	0,03
Gemiddeld	25,2	22,2	9,0	7,7	358	348	3,7	3,5	0,05	0,01

- Vroeg zijn de productieverschillen tussen de rassen gering.
- NUN17 heeft bij de januariplanting een laag vruchtgewicht.
- Bij NUN17 is vooral door een zwakke kleur vroeg in het seizoen een hoger percentage klasse II-vruchten geoogst.

Tabel 10: Eindproductie en kwaliteit per ras bij de twee plantingen tot en met 14 mei 2001

Behandeling	Aantal/m ²		Kg/m ²		Gemiddeld vruchtgewicht (g)		% Klasse II		Stek (kg/m ²)	
	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.	Dec.	Jan.
Sabrina	64,6	64,5	23,4	23,6	362	369	6,7	6,0	0,73	0,74
Ventura	64,4	61,4	24,0	23,4	373	390	7,0	6,0	0,85	0,74
NUN17	68,9	68,8	24,2	23,9	352	346	11,6	11,9	0,46	0,45
Gemiddeld	66,0	63,7	23,9	23,4	362	368	8,4	7,5	0,68	0,61

- NUN17 geeft de hoogste stuks-productie.
- In kilo-productie zijn er geen duidelijke verschillen tussen de rassen.
- NUN17 heeft een laag gemiddeld vruchtgewicht. Ventura geeft de zwaarste vruchten
- Door een zwakke kleur is het percentage klasse II-vruchten bij NUN17 het hoogst.
- NUN17 geeft wat minder kilo's aan stekvruchten dan de andere twee rassen.

De rassen reageerden niet duidelijk verschillend op de temperatuurbehandelingen. Omdat er de temperatuurproef slechts in enkelvoud lag, kon er echter geen interactie worden berekend.

3.5 Uitwendige kwaliteit

De cijfers voor de kwaliteit gemiddeld over drie beoordelingsdata zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 11: Uitwendige kwaliteit gemiddeld over drie data in week 7, 8 en 9 bij drie temperatuurbehandelingen, twee plantdata en drie rassen

Behandeling	Vorm	Kleur	Lengte	Gebruikswaarde
<i>Temperatuur:</i>				
'12°C'	6,7	6,1	7,0	6,1
'16°C'	6,5	6,0	6,7	6,0
'20°C'	6,4	5,9	6,8	5,9
<i>Plantdatum:</i>				
20 december	6,6	6,0	7,0	6,1
15 januari	6,4	5,9	6,6	5,9
<i>Ras:</i>				
Sabrina	6,7	6,5	7,1	6,4
Ventura	6,7	6,6	6,4	6,4
NUN17	6,1	4,9	6,8	5,3

- In vorm, kleur, lengte en gebruikswaarde zijn de vruchtverschillen tussen de temperatuurbehandelingen gering. Bij 12°C is de uitwendige kwaliteit in ieder geval niet minder.
- De vruchten van de januariplanting zijn iets korter dan van de decemberplanting. Verder zijn de verschillen klein.
- De kleur van NUN17 is in de beoordelingsperiode zeer matig, waardoor dit ras een lage gebruikswaarde krijgt.
- Later in de tijd zijn de vruchten van NUN17 duidelijk langer, soms te lang.

3.6 Schatting financiële gevolgen

Op basis van de opbrengstgegevens is een schatting gemaakt van de verandering in financiële opbrengst bij een tijdelijk te lage temperatuur. Hiervoor zijn de kg-opbrengsten uit de proef genomen en zijn de geldopbrengsten per kg berekend per periode van 4 weken. De cijfers van de kg-opbrengst zijn gehaald uit de meest recente KWIN (Van Woerden en Bakker, 2000). In de volgende tabel is de berekende

opbrengstderving weergegeven.

Tabel 12. Schatting van de financiële gevolgen in guldens op de opbrengst van een tijdelijke koudeperiode ten opzichte van de standaardbehandeling van 20°C

Behandeling	December-planting	Januari-planting
'12°C'	fl. - 0,74	fl. -1,96
'16°C'	fl. - 0,74	fl. -2,92
'20°C'	(-) ¹⁾	(-) ¹⁾

¹⁾ De geschatte financiële opbrengst is voor respectievelijk de december- en januariplanting fl. 37,44 en fl. 35,30.

- Bij de december-planting is de geschatte opbrengstderving bij de beide temperatuurbehandelingen bijna drie kwartjes.
- Bij de januariplanting is de geschatte opbrengstderving bij de 12- en 16°C-behandeling bijna twee en drie gulden.

4 Discussie

Voor de modelberekening in dit verslag is de koudste periode genomen in de afgelopen 10 jaar. Met het ECP-model is berekend dat bij een contractcapaciteit van 100 m³/ha/uur bij buitenomstandigheden zoals die voorkwamen van 1 tot en met 5 januari 1997, de etmaaltemperatuur in een kas zonder en met LS-10 scherm gemiddeld 13,6 en 17,9°C bedragen. Met een 's nachts gesloten scherm blijft de temperatuur dus nog alleszins acceptabel. Bij donkere dagen zou het scherm ook overdag gesloten kunnen worden, waardoor de temperatuur nog wat hoger uit kan komen. Bij komkommer gebruiken ruim 90% van de telers een energiescherm. Dit ligt veel gunstiger dan bij tomaat. Daarnaast kan met een volle warmtebuffer van 100 m³/ha kan in de betreffende koudeperiode in combinatie met een scherm 6,6 graaddagen overbrugd worden. Zonder energiescherm is dit 4,6 graaddagen (Rijsdijk, 2000).

De berekening is uitgevoerd voor buitenomstandigheden zoals die toen gemeten zijn in Naaldwijk. In bijvoorbeeld Drenthe of Limburg zullen de buitenomstandigheden vaak extremer zijn, waardoor de kastemperatuur ook lager zal zijn. Bij het bepalen van de juiste contractcapaciteit moet uiteraard rekening worden gehouden met de regio waar men zich bevindt en de kans op zeer lage temperaturen.

Deze modelberekeningen zijn uitgevoerd voor een oneindige kas, dat is een kas zonder gevels. Afhankelijk van de lengte/breedteverhouding en isolatie van de gevel zal het gasverbruik in de praktijk 5 à 10% hoger uitkomen. Dit betekent dat bij dezelfde contractcapaciteit de kastemperatuur iets lager zal uit komen dan berekend.

In de temperatuurproef is een achterstand in temperatuur van 24 graaddagen ofwel 576 graaduren later volledig gecompenseerd. Deze afwijking is vrij extreem. Maar aan het einde van de compensatieperiode bleken er geen verschillen meer te zijn tussen de behandelingen in plantlengte of aantal bladeren. Dit betekent dat bij deze plantkenmerken temperatuurintegratie met een grote temperatuurafwijking bij komkommer goed mogelijk is.

Bij de decemberplanting hebben de tijdelijk lage temperaturen, direct gevolgd door temperatuurcompensatie, geen negatieve gevolgen gehad voor de productie of kwaliteit. Maar bij de januariplanting ontstond vooral tegen het einde van de teelt een lagere productie bij de behandelingen met de lage temperaturen ten opzichte van de standaard temperatuurbehandeling (20°C). Deze verschillen zijn niet goed verklaarbaar. Omdat de proef maar in enkelvoud stond, kunnen echter ook toevallige factoren meegespeeld hebben. Zo zijn in de beide afdelingen met de tijdelijk lage temperaturen gekke wortels opgetreden en bij de standaardbehandeling niet. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een bacterie (*Agrobacterium* biovar 1), die planten aanzet tot een enorme wortelvorming. Dit kost uiteraard assimilaten, wat ten koste van de productie kan gaan. In de afdeling met de standaardtemperatuur trad de ziekte totaal niet op.

Hoewel er een bufferij was, lagen de veldjes van de januariplanting in de afdeling met de standaard temperatuurbehandeling naast de westgevel. In de kas ernaast stond geen gewas. De grotere hoeveelheid licht die daardoor tot het gewas toe kon treden, kan er ook de oorzaak van zijn dat de planten in de 20°C - afdeling vooral in de laatste weken van de teelt meer produceerden dan in de andere afdelingen.

Op basis van dit onderzoek zijn er wel berekeningen uitgevoerd van de financiële consequenties van tijdelijk lage temperaturen, maar deze cijfers zijn waarschijnlijk overschat. Vervolgonderzoek met meer herhalingen moet meer duidelijkheid geven hoe groot het productie-effect precies is van een tijdelijk lage temperatuur. Dan kan ook berekend worden of de eventuele opbrengstderiving opweegt tegen het financiële voordeel van een lagere contractcapaciteit.

De lage temperaturen zijn aangehouden aan het einde van een periode met lage buitentemperaturen. Toch is gelucht om de lage temperaturen snel te realiseren en om de buistemperatuur wat te doen stijgen. Dit is niet vergelijkbaar met de praktijksituatie en zal voor de planten ongunstig geweest zijn.

In de situatie van extreme buitenomstandigheden en een beperkte contractcapaciteit zal de buistemperatuur hoog zijn en door de uitstraling van de buizen ook de mattemperatuur nog op een redelijk

niveau kunnen blijven. In de proefsituatie is de buistemperatuur echter niet zo hoog geweest, omdat anders de ruimtetemperatuur teveel zou stijgen. Daardoor kwam de mattemperatuur slechts iets boven de kasttemperatuur uit. Een lage worteltemperatuur reduceert de opname van water en voeding, waardoor de plant hieraan een tekort kan krijgen (Janse, 2001). De lichte geelverkleuring van het blad rondom de nerven een maand na de tijdelijke 12°C-behandeling, is hoogstwaarschijnlijk ontstaan door een te lage worteltemperatuur. Bij 16°C was dit verschijnsel namelijk niet zichtbaar. De vraag is echter of de opgetreden geelverkleuring in de proefnadelig is geweest voor de productie. Door de matten op temperatuur te houden, zouden de chloroseverschijnselen niet op hoeven te treden. In vervolgonderzoek zal daarom ook matverwarming worden opgenomen.

Van de januariplanting stonden de planten 4 dagen op de mat en stonden al vast toen de lage temperaturen zijn aangehouden. Lage mattemperaturen direct na het planten kunnen problemen opleveren met onder andere *Pythium*.

Het gekrulde, gebobbelde blad wat te zien was direct na de lage temperatuurbehandelingen duidt op een overschot aan assimilaten in het blad. Bij een lage temperatuur gaat de assimilatie namelijk wel door, maar de afvoer van de assimilaten verloopt erg traag, waardoor suikers en zetmeel zich ophoopt in het blad. Hierdoor kan het blad wat gaan krullen.

Bij tijdelijk 12°C was het gewas ook meer open. Dat het blad soms niet zijn potentiële eindgrootte bereikt bij lage temperaturen, komt ook uit de literatuur naar voren (Janse, 2001). Tijdens de opbouwfase van de plant kan dit nadelig zijn, omdat minder licht wordt opgevangen. Later kan het juist gunstig zijn, omdat gewassen dan te vol kunnen worden.

Bij de 12°C-behandeling bloeiden de vruchtbeginsels één dag eerder dan bij de andere behandelingen. Dit kan een soort stress-effect zijn door de kou. Mogelijk zorgt de plant dan versnelt voor nageslacht.

In dit onderzoek zijn de lage temperaturen achteraf gecompenseerd door een 2°C hogere temperatuur aan te houden. Het kan echter zijn dat de koudeperiode wat langer duurt, waardoor er bij een lage contractcapaciteit onvoldoende snel kan worden gecompenseerd. Als telers een koude periode aan zien komen, zou ook vooraf gedurende enkele dagen een iets hogere temperatuur kunnen worden aangehouden. Onvoldoende compensatie zal al gauw tot oogstvertraging leiden.

Hoewel de temperatuurproef maar in enkelvoud stond, leken de rassen niet verschillend te reageren op de temperatuurbehandelingen. Met andere woorden, er leek geen sprake van een interactie.

Het ras NUN17 was eigenlijk een ras dat veredeld was voor gebruik in Zuid-Europa. In het begin van de productieperiode bleef dit ras ook iets achter in productie. Later onder lichtrijkere omstandigheden leverde dit ras meer stuks per m² dan de andere twee onderzochte rassen. De vruchtkleur van dit ras was met name in het begin van het seizoen erg zwak.

5 Conclusies

- In de koudste periode van de afgelopen 10 jaar zoals gemeten in Naaldwijk (1 januari tot en met 5 januari: gemiddelde buitentemperatuur $-6,7^{\circ}\text{C}$ en windsnelheid $4,4\text{ m/s}$), bleek via modelberekening dat de kasttemperatuur bij een contractcapaciteit van $100\text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$ zou dalen tot gemiddeld $13,6^{\circ}\text{C}$. Met een 's nachts gesloten scherm was dit $17,9^{\circ}\text{C}$. Bij een contractcapaciteit van $75\text{ m}^3/\text{ha}/\text{uur}$ was de temperatuur nog $3\text{ à }4^{\circ}\text{C}$ lager.
- Een temperatuur van drie en zes dagen van respectievelijk 12 en 16°C in januari, ofwel een temperatuurafwijking van 576 graaduren ten opzichte van constant 20°C , gaf na de periode van volledige temperatuurcompensatie geen verschillen meer in lengtegroei en aantal bladeren.
- Bij tijdelijk 12°C waren de planten 1 dag eerder in bloei.
- Bij de 12°C -behandeling ontstond een maand na de behandeling een lichte geelverkleuring rond de nerven.
- Bij de 12°C -behandeling vertoonden de komkommerplanten een meer open gewasstand.
- De tijdelijk lage temperaturen hadden geen negatieve gevolgen voor de vruchtkwaliteit.
- Bij de decemberplanting was er vroeg noch laat geen effect van de temperatuurbehandelingen op de productie.
- Bij de januariplanting waren er tot en met week 12 geen verschillen in productie tussen de temperatuurbehandelingen.
- Vooral in de laatste weken van de oogst bleven de afdelingen met de tijdelijk lage temperaturen achter in productie. Dit is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van toevallige factoren en niet van de temperatuurbehandeling.
- De rassen reageerden qua productie niet duidelijk verschillend op de verschillende temperaturen.
- Vervolgonderzoek is noodzakelijk om de eventuele opbrengstderving als gevolg van een tijdelijk te lage temperatuur exact te kunnen bepalen.

Literatuur

- Janse, J., 2001. Minimale temperatuurgrenzen en temperatuureffecten bij komkommer. Een literatuurstudie. Publicatienummer, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Rijdsijk, A.A., 2000. Temperatuurgrenzen aan de teelt van tomaat bij minimaliseren van de gasaansluitwaarde. Fase 1. Voorstudie temperatuurval en technische oplossingen. PBG-rapport 285.
- Rijdsijk, A.A. en G. Houter., 1993. Validation of a model for energy consumption, CO₂ consumption and crop production (ECP-model). Acta Hort. 328: 125-131.
- Van Woerden, S.C. en J.P. Bakker, 2000. Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw, 2000-2001. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente.